

# programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

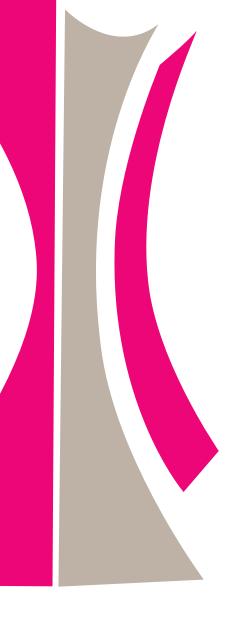
www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

## GUIDE

# MISE EN ŒUVRE DES RUPTEURS DE PONTSTHERMIQUES SOUS AVISTECHNIQUES

FÉVRIER 2013

**NEUF** 



# ÉDITO

e Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

#### Alain MAUGARD

Président du Comité de pilotage du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » Président de QUALIBAT





Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les Recommandations Professionnelles « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les Calepins de chantier « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les Rapports « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les Recommandations Pédagogiques « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr



# **S** mmaire

1 - Introduction	
2 - Contexte réglementaire	8
2.1. • Quels sont les objectifs de la réglementation thermique ?	8
2.2. • En quoi les rupteurs impactent-ils la sécurité incendie ?	
2.3. • En quoi les rupteurs impactent-ils la stabilité sous sollicitation sismique	
2.4. • En quoi les rupteurs impactent-ils l'acoustique ?	
2.5. • En quoi les rupteurs impactent-ils l'accessibilité ?	
zioi zii quoi ioo rapioaro impastont no rassocoisinto : illillillillillillillillillillillillill	
3 - Dispositions communes à tous les types	
de rupteurs	15
3.1. • Généralités	15
3.2. •Types de rupteurs	
3.2.1. • Leur position dans l'ouvrage	
3.2.2. • Leur impact sur le fonctionnement mécanique de la structure	
3.3. • Précautions préalables à la pose	
3.3.1. • Conditions de réception des produits	
3.3.2. • Conditions de stockage	
3.4. • Précautions de pose	
	21
3.5. • Impact sur les autres corps de métier	
3.5. • Impact sur les autres corps de métier	21
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type	21 22
3.5. • Impact sur les autres corps de métier	21 22
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles	212223
3.5. • Impact sur les autres corps de métier	212223
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre	2122232325
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier	212223253434
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier 4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre	212323253434
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier	212323253434
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits	2123232534343738
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre	212223253434373839
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits	212223253434373839
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre 4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3.1. • Description des rupteurs	2123232534373839394143
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre  4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3.1. • Description des rupteurs 4.3.2. • Conditions de mise en œuvre	212323253434373839394143
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre 4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3.1. • Description des rupteurs 4.3.2. • Conditions de mise en œuvre	212323343437383939414344
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier 4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre 4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3. • Conditions de mise en œuvre 4.3. • Liaison façade – balcon 4.4. • Liaison façade – balcon 4.4. • Description des rupteurs	21232325343738393941434444
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre 4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3.1. • Description des rupteurs 4.3.2. • Conditions de mise en œuvre	21232325343738393941434444
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier 4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre 4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3. • Conditions de mise en œuvre 4.3. • Liaison façade – balcon 4.4. • Liaison façade – balcon 4.4. • Description des rupteurs	212323253437383939414344444445
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture	212323253434393939414344495051
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture	2123233434393939414344495051
3.5. Impact sur les autres corps de métier	2123232534373839394143444849505151
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre  4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3.1. • Description des rupteurs 4.3.2. • Conditions de mise en œuvre  4.4. • Liaison façade – balcon 4.4.1. • Description des rupteurs 4.4.2. • Conditions de mise en œuvre 4.4.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaison façade acrotère ou garde-corps	212323253437383939414344455051515151
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre  4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3.1. • Description des rupteurs 4.3.2. • Conditions de mise en œuvre 4.4. • Liaison façade – balcon 4.4.1. • Description des rupteurs 4.4.2. • Conditions de mise en œuvre 4.4.3. • Impacts sur les autres corps de métier 4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaisons façade acrotère ou garde-corps 4.6. • Liaison façade acrotère ou garde-corps	2123232534373839394143444445505151515253
3.5. • Impact sur les autres corps de métier 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations  4 - Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs  4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles 4.1.1. • Description des rupteurs 4.1.2. • Description de la mise en œuvre 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre 4.2.1. • Description des rupteurs 4.2.2. • Conditions de réception des produits 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre  4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles 4.3.1. • Description des rupteurs 4.3.2. • Conditions de mise en œuvre  4.4. • Liaison façade – balcon 4.4.1. • Description des rupteurs 4.4.2. • Conditions de mise en œuvre 4.4.3. • Impacts sur les autres corps de métier  4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaisons façade – refend 4.5. • Liaison façade acrotère ou garde-corps	2123232534373839394143444445505151515253

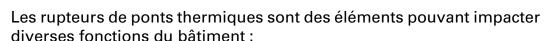
**5 - Conclusion** ...... 57

6 - Références 59

GRAM	Règle
P R O	×
NELLE	ENVIROR I

## Introduction

1



- son isolation thermique, c'est la fonction principale visée;
- sa stabilité, en situation durable ou accidentelle dans le cas d'un incendie ou d'un séisme par exemple;
- sa capacité à satisfaire les exigences acoustiques ;
- son accessibilité aux personnes handicapées ou à mobilité réduite.

En l'état actuel du développement des techniques utilisées, les procédés mettant en œuvre des rupteurs de ponts thermiques sont classés comme non traditionnels (*non encore codifiés*) et relèvent donc d'Avis Techniques <sup>1</sup>.

Le présent Guide s'est attaché à retranscrire les prescriptions formulées dans les Avis Techniques des procédés existants. Il n'a pas vocation à se substituer aux ATECs existants et, en cas de doute, il convient de se référer à l'Avis Technique particulier.

Nota

Ce document ne vise pas les procédés in situ, utilisés parfois sous l'appellation « réducteur de ponts thermiques ».

Un point important à noter est que la qualité de mise en œuvre des procédés utilisant des rupteurs de ponts thermiques impacte de manière significative chacune des fonctions attendues du bâtiment. En effet, la mise en œuvre des rupteurs de ponts thermiques exige une précision renforcée, par rapport à d'autres procédés de construction, comme cela sera vu en détail plus loin. Des contrôles des performances thermiques et mécaniques ont mis en évidence une grande sensibilité de la quasi-totalité des procédés aux défauts de mise en œuvre.

Aussi, ce guide a pour objectif de définir des recommandations d'exécution, propres à tirer le meilleur parti technique de ces procédés en gardant à l'esprit la nécessaire compatibilité entre les différentes exigences.

Les règles de l'art établies dans ce cadre visent la mise en oeuvre sur chantier des rupteurs de ponts thermiques dans les bâtiments neufs <sup>2</sup> en France métropolitaine <sup>3</sup>.

Après un rappel du contexte réglementaire et des exigences susceptibles d'être impactées par la présence de rupteurs de ponts thermiques dans un ouvrage, les différents types de rupteurs considérés sont décrits et des recommandations de mise en œuvre sont proposées.

<sup>■ 2</sup> Il est à noter que dans le cas de modifications de la structure du bâtiment, la présence de rupteurs doit être prise en compte dans le dimensionnement de la solution. Toute intervention sur l'existant doit ainsi faire l'objet d'une étude détaillée. A titre d'exemple, l'ouverture d'une trémie dans un plancher peut créer des concentrations de contraintes non prévues dans le dimensionnement initial avec rupteurs et sans trémie, et demander la mise en place d'un renforcement

<sup>■ 3</sup> Ce domaine d'emploi est également à nuancer en fonction des limitations liées à la conception, définies dans les évaluations propres à chaque procédé (Avis Technique, ATEx)

## Contexte réglementaire

# 2

# 2.1. • Quels sont les objectifs de la réglementation thermique ?

La réglementation thermique RT 2012 a pour objectif général la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment. Ceci se décline en trois exigences principales : limiter la consommation totale d'énergie, définir une efficacité énergétique optimale du bâtiment, et assurer le confort d'été.

Les limites réglementaires portent sur ces trois performances, le plus souvent au moyen de certains paramètres qui interviennent dans les calculs, comme la transmission thermique des parois ou les pertes au niveau des ponts thermiques. Les valeurs de ces limites dépendent des caractéristiques du bâtiment (type, surface) et de son emplacement (localisation géographique, altitude).

Les ponts thermiques sont des zones particulières dans le bâtiment qui correspondent à des « fuites » de chaleur et qui, outre l'augmentation de la consommation d'énergie, peuvent conduire à des pathologies diverses comme des fissurations, des salissures ou encore le développement de moisissures [2]. Les ponts thermiques peuvent être soit intégrés (c'est le cas des attaches de fixation de l'isolation sur une ossature secondaire par exemple), soit de liaisons. Un pont thermique de liaison existe lorsque l'isolation n'est pas continue, par exemple aux jonctions entre une façade et une dalle ou un refend. Le rupteur de pont thermique sert alors à rétablir la continuité de cette isolation thermique, il est réalisé par une jonction isolante et mécanique.

Les ponts thermiques de liaisons se retrouvent en divers endroits dans un bâtiment. Ceux qui sont concernés par le présent guide et qui peuvent être corrigés par des solutions de type rupteurs sont les suivants (Figure 1):

- (1) Liaisons façade/plancher intermédiaire
- (2) Liaisons façade/plancher bas, façade/plancher haut
- (3) Liaisons façade/refend
- (4) Liaisons façade/balcon ou terrasse
- (5) Liaisons façade/plancher terrasse avec acrotère ou garde-corps



▲ Figure 1 : Les ponts thermiques liés aux éléments de structure du bâtiment

Selon le principe d'isolation thermique du bâtiment concerné, par l'intérieur (ITI) ou par l'extérieur (ITE), les liaisons à traiter en termes de déperditions thermiques, ne sont pas les mêmes. Le Tableau 1 propose un classement de ces liaisons en fonction de la configuration d'isolation.

Isolation Thermique par l'Intérieur (ITI)	Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE)
Liaison façade/plancher (1) (2)	Liaison façade/refend traversant
Liaison en T façade/refend (3)	Liaison façade/balcon ou terrasse
Liaison façade/balcon ou terrasse (4) Liaison façade/plancher terrasse avec acrotère ou garde-corps (5)	Liaison façade/plancher terrasse avec acrotère ou garde-corps (5)

▲ Tableau 1 : Liaisons susceptibles d'être traitées par un rupteur de pont thermique en fonction du type d'isolation

Les rupteurs de ponts thermiques (appelés aussi sous leur forme simplifiée « rupteurs thermiques ») permettent, comme leur nom l'indique, de limiter les pertes de chaleur au niveau des ponts thermiques, par l'introduction d'éléments particuliers, spécifiques pour chaque type de liaisons et procédés de construction. La description de ces éléments et de leurs mises en œuvre est détaillée dans [les parties suivantes 3 et 4].

Mais la réglementation thermique n'est pas la seule réglementation à laquelle les bâtiments sont soumis, et les solutions apportées pour répondre

aux exigences thermiques doivent être compatibles avec les réglementations relevant d'autres domaines, qui s'appliquent au bâtiment [1].

En France, les domaines réglementés impactés par la présence de rupteurs de ponts thermiques sont :

- la sécurité incendie ;
- la stabilité sous sollicitations sismiques ;
- l'acoustique;
- l'accessibilité.

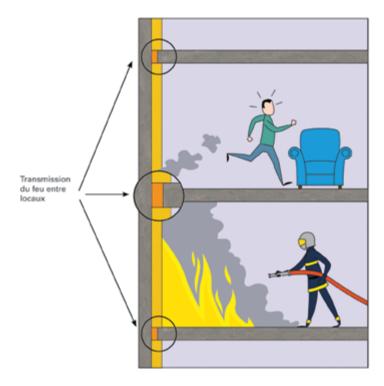
Nota

Il est à préciser que les autres corps de métier peuvent être également impactés par la présence de rupteurs de ponts thermiques.

# 2.2. • En quoi les rupteurs impactent-ils la sécurité incendie ?

La réglementation incendie a pour objectif la sécurité des occupants d'un bâtiment. Pour cela, elle définit les prescriptions visant à garantir des conditions satisfaisantes pour leur évacuation. Étant donné le positionnement des rupteurs au niveau des liaisons, leur présence est clairement susceptible d'impacter :

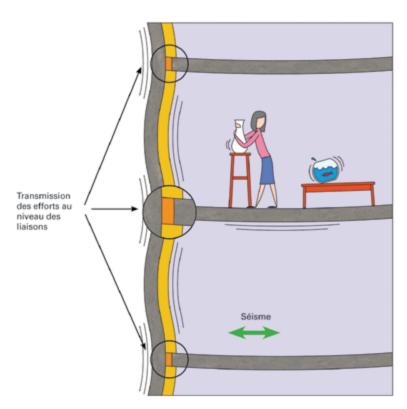
- la propagation du feu d'un local à l'autre via les rupteurs horizontaux (Figure 2) ou verticaux ;
- la stabilité des éléments de structure pendant une certaine durée de feu, durée permettant l'évacuation des occupants et l'intervention des services de secours.



Pour cette raison, les Avis Techniques de chaque procédé précisent les conditions dans lesquels les rupteurs doivent être utilisés afin que les prescriptions de la réglementation incendie soient satisfaites. Ces conditions correspondent, dans certains cas, à une limitation en termes de famille de bâtiment et/ou, dans d'autres cas, à des traitements à mettre en œuvre (calfeutrement, dispositions au niveau des doublages).

# 2.3. • En quoi les rupteurs impactent-ils la stabilité sous sollicitation sismique ?

C'est sans doute là l'impact le plus significatif. Pour poser le problème, on peut dire que la stabilité sous séisme nécessite des liaisons nombreuses et efficaces entre les éléments alors que la réglementation thermique conduit au contraire à tenter de minimiser ces liaisons afin d'obtenir des effets de conduction très faibles (Figure 3). Cette contradiction introduit de nombreuses difficultés pratiques.



▲ Figure 3 : Impact de la présence des rupteurs sur la stabilité des liaisons

La réglementation parasismique a pour objectif la sécurité des occupants d'un bâtiment. Selon les zones géographiques, les types de sols et les catégories de bâtiments, elle définit des objectifs de sécurité (non effondrement, par exemple) ainsi que les critères associés à satisfaire et les règles de calcul à adopter pour les vérifier.

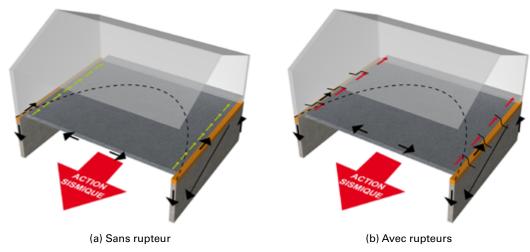
D'un point de vue réglementaire, l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », renvoie aux dispositions des Avis Techniques concernés pour les procédés non visés par les règles de calcul en vigueur.



Le domaine d'emploi en zone sismique, ainsi que les prescriptions de conception particulières associées, sont donc spécifiés pour chaque procédé dans l'Avis Technique dont il fait l'objet.

Au niveau de la conception, la présence de rupteurs dans la structure influence les calculs de stabilité des murs, des planchers et de leurs liaisons mais également leur mode de rupture (rupture brutale ou avec « alerte ») et la capacité des zones critiques à dissiper de l'énergie.

Par ailleurs, le dimensionnement parasismique des bâtiments est basé sur une approche globale du comportement de la structure du bâtiment; la modification locale des liaisons, par l'insertion de rupteurs, a donc un impact sur la robustesse du bâtiment, au niveau global, comme le rôle de diaphragme des planchers, ou de contreventement de certains murs (Figure 4). Ainsi par exemple, à l'heure actuelle, l'utilisation de rupteurs qui permettent de conserver une liaison continue mais plus souple entre le plancher et la façade [cf. 3.2], dans les éléments de contreventement en zone sismique, est exclue du domaine visé par les Avis Techniques.

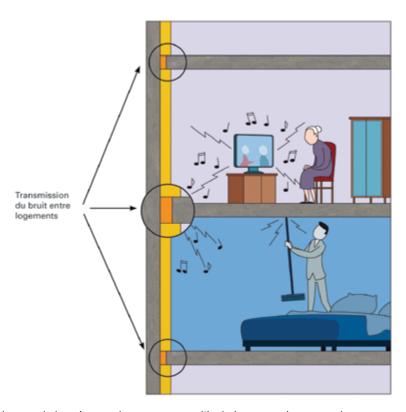


▲ Figure 4 : Impact de la présence des rupteurs sur le comportement global du bâtiment

# 2.4. • En quoi les rupteurs impactent-ils l'acoustique ?

La Réglementation Acoustique (RA) s'applique aux constructions neuves et aux parties nouvelles de bâtiments existants. Elle fixe un isolement acoustique minimal vis-à-vis des bruits extérieurs mais aussi entre locaux contigus, horizontalement et verticalement. Elle définit également des niveaux sonores maximum de bruits d'équipements et une quantité minimale de matériaux absorbant dans les circulations communes intérieures.

Comme l'utilisation de rupteurs modifie la liaison mur-plancher ou mur-refend, il faut en tenir compte pour ce qui concerne l'isolement entre locaux, d'étage à étage pour les rupteurs des liaisons murs-planchers (Figure 5) ou de part et d'autre d'un mur de refend pour les liaisons murs-refends.



▲ Figure 5 : Impact de la présence des rupteurs sur l'isolation acoustique entre logements

Des essais et des études ont montré quelles dispositions devaient être prises pour que les planchers équipés de rupteurs de ponts thermiques satisfassent à la réglementation acoustique en son état actuel. En isolation thermique par l'intérieur (ITI), la solution avec doublage thermique et acoustique est en général suffisante, pour autant que l'on prête une attention particulière au bon recouvrement de l'isolant du rupteur par le doublage intérieur.

Vis-à-vis des bruits extérieurs, les transmissions par les ouvertures (entrée d'air, fenêtres, coffres de volet roulant) étant dominantes, l'influence de la présence de rupteurs peut être considérée comme négligeable.

Dans tous les cas, les prescriptions particulières associées à cette exigence sont spécifiées pour chaque procédé dans l'Avis Technique dont il fait l'objet.

# 2.5. • En quoi les rupteurs impactent-ils l'accessibilité ?

L'accessibilité aux personnes handicapées ou à mobilité réduite est impactée de façon indirecte par la présence de rupteurs. En effet, afin de satisfaire les exigences de la réglementation accessibilité, les menuiseries situées au niveau des accès aux balcons, loggias, terrasses doivent respecter un certain nombre de prescriptions notamment en termes de dimensions des seuils et la réalisation de l'étanchéité en est ainsi affectée. Ce sont donc les rupteurs mis en place au niveau des liaisons façade – balcons qui sont concernées. Les dispositions constructives à mettre en œuvre doivent permettre de respecter les exigences d'étanchéité dans ces configurations (cf. Carnet de détails [6]), tout en prenant en compte la présence du rupteur, notamment dans le cas de l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) pour lequel le rupteur est alors situé côté balcon.

La suite de ce document décrit les différents types de rupteurs existants ainsi que leurs dispositions spécifiques de mise en œuvre, en scindant les préconisations communes à tous les types, de celles spécifiques à certains d'entre eux.

# Dispositions communes à tous les types de rupteurs

3





#### 3.1. • Généralités

L'objet de ce document est de rassembler, détailler et illustrer les préconisations de mise en œuvre des rupteurs de ponts thermiques. Ces dispositions n'ont de sens que si elles sont associées à des conditions bien spécifiques de conception et de fabrication des éléments.

Pour cette raison, le choix a été fait de ne considérer dans ce document que les rupteurs pour lesquels une évaluation technique par un groupe d'experts a été formulée, celle-ci visant, sous la forme d'un Avis Technique, aussi bien les aspects de conception, de fabrication que de mise en œuvre.

Parmi les procédés faisant l'objet d'un Avis Technique nous retrouvons différents types de rupteurs, qui ont tous en commun le fait d'être fabriqués de façon industrielle, c'est-à-dire d'être réalisés suivant un processus connu, reproductible et avec une traçabilité suffisante. Les conditions de ce processus ont bien entendu été évaluées dans le cadre de l'Avis Technique ainsi que les prescriptions de conception du fabricant.

Les dispositions de mise en œuvre décrites dans ce guide ne sont donc valables que pour les procédés de rupteurs thermiques « industrialisés » ou « préfabriqués » conçus et fabriqués dans des conditions de contrôle et de qualité, telles que décrites ci-dessus et donc attestées par les Avis Techniques correspondants.

## 3.2. • Types de rupteurs

Dans ce paragraphe, il est proposé une classification des différents types de rupteurs existants et évalués afin de permettre au lecteur d'avoir une vision plus globale des procédés actuellement proposés.

Cette classification est basée sur deux aspects principaux des rupteurs :

- leur position dans l'ouvrage;
- leur impact sur le fonctionnement mécanique de la structure.

Des caractéristiques supplémentaires, telles que les matériaux utilisés par exemple, sont nécessaires pour différencier les rupteurs existants mais la classification proposée ici permet d'établir une première cartographie lisible des procédés.

### 3.2.1. • Leur position dans l'ouvrage

Les différentes zones du bâtiment qui peuvent être équipés de rupteurs

de ponts thermiques ont été présentées [partie 2] – de ce document. Pour rappel, les rupteurs de ponts thermiques peuvent être insérés au niveau des (Figure 1) :

- Liaisons façade/plancher intermédiaire ;
- Liaisons façade/plancher bas, façade/plancher haut;
- Liaisons façade/refend;
- Liaisons façade/balcon ou terrasse;
- Liaisons façade/plancher terrasse avec acrotère ou garde-corps.

Parmi celles-ci, le traitement des liaisons façade/planchers reste l'utilisation la plus connue et la plus courante des rupteurs de ponts thermiques. Il est donc proposé de reprendre cette classification en insistant sur cette liaison et en différenciant les types de planchers concernés : planchers à poutrelles, planchers à prédalles et plancher dalle pleine.

La classification des rupteurs sur la base de leur positionnement dans l'ouvrage est alors la suivante :

- liaisons façade/plancher à poutrelles ;
- liaisons façade/plancher dalle pleine;
- liaisons façade/plancher à prédalles ;
- liaisons façade/refend;
- liaisons façade/balcon;
- liaisons façade/acrotère ou garde-corps¹.

Nota

A ce jour, il n'existe pas de procédé de rupteurs de ponts thermiques adapté aux liaisons façade/plancher à dalles alvéolées, ayant fait l'objet d'une évaluation technique de type Avis Technique. Une solution d'isolation thermique par l'extérieur (ITE) peut s'avérer alors nécessaire pour corriger les ponts thermiques.



# 3.2.2. • Leur impact sur le fonctionnement mécanique de la structure

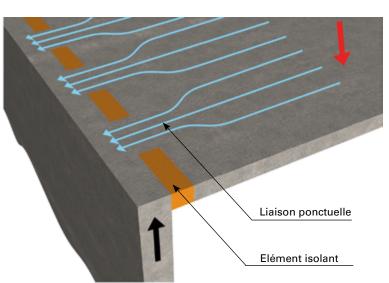
De façon abusive, certains rupteurs pour lesquels les efforts sont transmis à travers les armatures qui traversent la partie isolante du rupteur, et qui font partie intégrante de celui-ci, sont parfois appelés « porteur ».

Or quelque soit le système de transmission des efforts, les rupteurs se trouvent toujours au niveau des liaisons et donc au cœur des zones de transmission des efforts, c'est le type d'appui qui diffère.

Ainsi pour être plus précis sur les dénominations et garder une approche globale du procédé, il est proposé ici de distinguer deux grandes familles de procédés que nous nommons : « rupteurs porteurs à appuis discontinus ou ponctuels » et « rupteurs porteurs à appuis continus ou filants ».

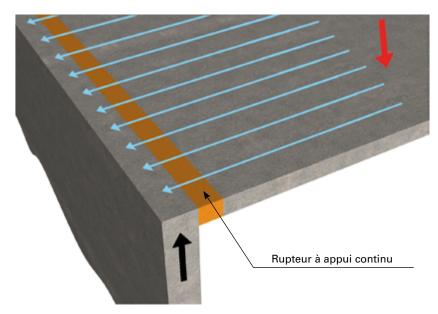
#### • Rupteurs porteurs à appuis discontinus ou ponctuels

Dans ce cas, la liaison est rendue discontinue (Figure 6): les rupteurs sont des « éléments » isolants, n'ayant aucune fonction mécanique au sein de l'ouvrage, et des liaisons ponctuelles entre chaque élément isolant sont créées afin de permettre la transmission des sollicitations entre éléments, des planchers vers les murs par exemple.



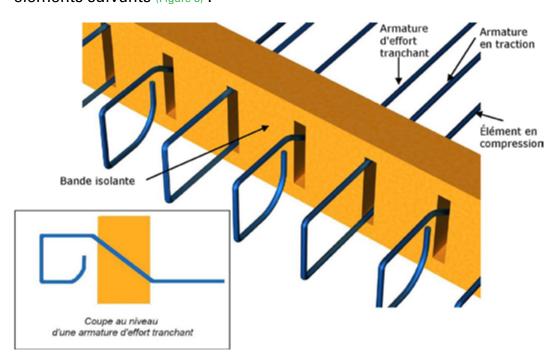
▲ Figure 6: Liaison discontinue avec rupteur

La seconde famille de rupteurs permet de réaliser une liaison continue entre les éléments, entre le mur et le plancher par exemple. Cependant, cette liaison est plus souple qu'une liaison traditionnelle, sans rupteur (Figure 7).



▲ Figure 7 : Liaison continue avec rupteur

Les rupteurs porteurs à appuis continus ou filants sont composés des éléments suivants (Figure 8) :



▲ Figure 8 : Exemple d'un rupteur porteur à appuis continus ou filants pour liaison façade/plancher à prédalles ou plancher dalle pleine

• une bande isolante qui limite le pont thermique proprement dit. Cette bande est en polystyrène expansé, ou en laine de roche. Son épaisseur est comprise entre 4 et 8 cm suivant les modèles. Elle peut être munie en parties supérieure et inférieure de plaques coupe-feu, telles que des plaques silico-calcaires de 1,5 cm d'épaisseur minimum par exemple. Même si celles-ci n'ont, a priori, pas d'autre fonction que celle vis-à-vis de l'incendie, elles sont susceptibles de par leur masse de participer à l'isolation acoustique entre locaux,

- des armatures supérieures pour reprendre les efforts de traction dus au moment sur appui. Ces armatures sont en acier inox soit sur toute leur longueur soit partiellement sur l'épaisseur d'isolant et sur une longueur minimale de part et d'autre de l'isolant,
- des éléments inférieurs, permettant de reprendre les efforts de compression. Ces éléments peuvent être de différentes natures suivant les produits: buton en acier inoxydable, élément en béton dans un fourreau,
- des armatures permettant de remonter l'effort tranchant, elles se présentent en général sous la forme d'armatures façonnées à 45° (dites « barres relevées »).

#### Classification des rupteurs

La classification des rupteurs, sur la base de leur impact sur le fonctionnement mécanique de la structure, est la suivante :

- liaison avec appuis discontinus ou ponctuels;
- liaison avec appuis continus ou filants.

Différentes combinaisons type de liaison / position dans l'ouvrage sont possibles et existent. Le Tableau 2 suivant synthétise ces combinaisons et les spécificités de chacune d'entre elles seront décrites dans la partie 4 qui suit.

	Fonctionnement mécanique de la liaison	
Position dans l'ouvrage	Liaison discontinue	Liaison continue
Liaison Façade / Plancher à poutrelles	X	
Liaison Façade / Plancher dalle pleine	X	X
Liaison Façade / Plancher à prédalles	X	X
Liaison Façade / Balcon	X	X
Liaison Façade / Refend		X
Liaison Façade / Acrotère ou garde-corps		X

▲ Tableau 2 : Classification des rupteurs de ponts thermiques

## 3.3. • Précautions préalables à la pose

### 3.3.1. • Conditions de réception des produits

Les rupteurs sont livrés avec un plan et un guide de pose. Le marquage doit permettre l'identification des éléments.

Pour les différentes étapes de la mise en œuvre et des contrôles associés il convient de se référer à ces documents. Les préconisations de pose décrites dans la suite de cette partie sont des informations générales communes à tous les procédés de rupteurs.

Dans tous les cas, si ces pièces ne sont pas fournies, elles doivent être réclamées au titulaire de l'Avis Technique du procédé de rupteurs thermiques appliqué.

### 3.3.2. • Conditions de stockage

Une attention particulière doit être portée aux conditions de stockage sur chantier des produits avant leur mise en place. Ils doivent être tenus à l'abri de chutes d'objets ou d'autres chocs éventuels. Par ailleurs, lorsque la nature de l'isolant l'exige, les éléments doivent être tenus à l'abri de l'humidité, par **surélévation** et **couverture** soit dans leur emballage d'origine, soit par un film adapté s'ils sont déjà ouverts.

## 3.4. • Précautions de pose

Comme il a été déjà décrit et illustré jusque là, la particularité des rupteurs de ponts thermiques est de se trouver au carrefour de différentes réglementations alors qu'ils ont été initialement développés à des fins d'amélioration de l'isolation thermique du bâtiment.

Par ailleurs, ces systèmes qui sont insérés dans le gros œuvre pour en faire partie intégrante demandent une précision de pose plus grande que les éléments traditionnels car leur constitution et leur fonctionnement ne leur permettent pas d'accepter des écarts d'implantation importants.

Lors de la pose de rupteurs de ponts thermiques, il est donc indispensable de considérer les **précisions de positionnement spécifiques** à ce type de procédé. Ces limites varient en fonction du type de rupteurs et sont déclinées dans la suite du document, dans la partie 4 qui décrit les spécificités de chaque système en fonction de son positionnement dans l'ouvrage.

Par ailleurs, même si ce point n'est pas traité ici, car hors du domaine visé du document, des plans d'exécution doivent être soigneusement établis préalablement à la pose, comme stipulé dans les Avis Techniques. Suivant les mêmes préoccupations de précautions particulières liées au procédé de rupteur et à son positionnement, les plans d'exécution doivent être suffisamment détaillés pour fournir toutes les informations nécessaires au poseur et garantir le bon fonctionnement du procédé. En retour, il est indispensable que les dispositions décrites sur ces plans d'exécution soient strictement respectées sur chantier.

Le bétonnage est également une étape de la pose à soigner particulièrement. En effet dans la plupart des cas, la mise en place de rupteurs de ponts thermiques implique une densité d'armatures importantes dans certaines zones. Ce point est essentiel notamment au niveau des liaisons ponctuelles pour les rupteurs porteurs à appuis discontinus. Dans ces zones, il est impératif de prendre en compte ces conditions délicates de bétonnage du fait des encombrements d'armatures et d'assurer un remplissage et des enrobages corrects des armatures afin d'assurer leur bon fonctionnement.

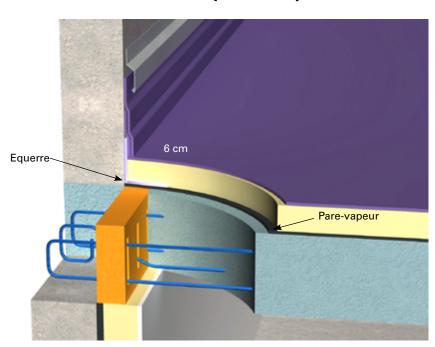
Des précautions complémentaires, spécifiques à chaque type de rupteur sont détaillées dans la partie 4.

## 3.5. • Impact sur les autres corps de métier

#### 3.5.1. • Cas de l'étanchéité de toiture

Pour les éléments interposés entre les murs de façade et les planchers de toiture ou les acrotères les conditions de réalisation de l'étanchéité sont particulières. En effet dans ces zones, la présence de rupteurs a pour conséquence la juxtaposition de matériaux différents et donc la possibilité de déformations différentielles. Afin de gérer ces déformations, les dispositions habituelles doivent être complétées pour assurer l'étanchéité de la toiture terrasse.

Ces dispositions complémentaires sont spécifiques à chaque procédé et sont décrites dans les Avis Techniques correspondants.

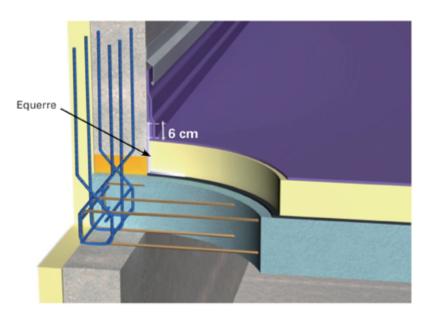


▲ Figure 9 : Principe de réalisation de l'étanchéité de toiture avec pontage au niveau du rupteur : cas du rupteur au niveau de la liaison facade/plancher (ITI)

Elles sont généralement basées sur le principe d'un pontage au niveau du rupteur, avec une équerre pour recouvrir le pare-vapeur et remonter le long de l'acrotère. Cette équerre doit présenter un débord d'au moins 6 cm par rapport à l'isolant du rupteur ainsi qu'à l'isolant de la terrasse.

Le choix des matériaux utilisés et celui des techniques de mise en œuvre de l'étanchéité (collage à chaud, auto-adhésif,...) diffèrent

suivant les procédés. Il est donc essentiel que le maître d'œuvre informe l'étancheur de la nécessité de prise en compte des spécifications de l'Avis Technique pour le rupteur considéré.



▲ Figure 10 : Principe de réalisation de l'étanchéité de toiture avec pontage au niveau du rupteur : cas du rupteur au niveau de la liaison façade/acrotère (ITE)

### 3.5.2. • Passage de gaines et canalisations

Certains rupteurs porteurs à appuis continus sont munis de plaques coupe-feu en tête et en pied de la bande isolante. Dans le cas d'utilisation de ces produits, il est strictement interdit de percer et traverser les plaques avec des gaines techniques.

Pour les rupteurs porteurs à appuis discontinus ou ponctuels, les gaines et canalisations noyées dans le béton coulé en œuvre du plancher ne peuvent en aucun cas être mises en place dans les nervures entre les rupteurs au niveau de l'appui de la rive porteuse.

# Dispositions spécifiques suivant le type de rupteurs

4

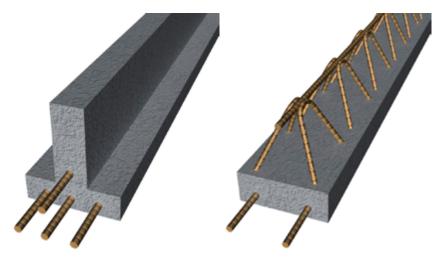


## 4.1. • Liaison façade – planchers à poutrelles

Les solutions de rupteur faisant actuellement l'objet d'Avis Techniques sont adaptées à la liaison façade/plancher à poutrelles dans l'hypothèse d'une isolation thermique par l'intérieur (ITI). C'est donc ce cas qui est étudié dans la suite de ce chapitre.

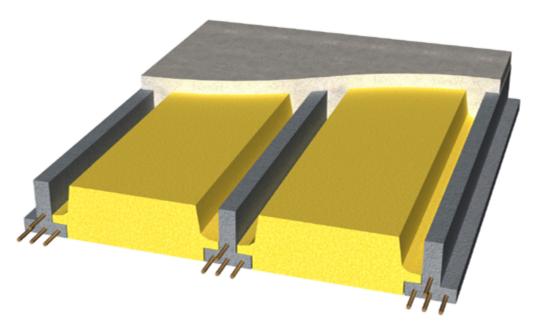
Les planchers à poutrelles et entrevous sont les types de planchers les plus utilisés dans la construction de maisons individuelles et bâtiments assimilés <sup>1</sup>. Ils sont constitués :

 de poutrelles préfabriquées (Figure 11) en béton précontraint ou en béton armé (poutrelles treillis béton armé le plus souvent) : elles comportent des armatures longitudinales de flexion et parfois des armatures transversales de cisaillement;



▲ Figure 11 : Poutrelle en béton précontraint – poutrelle en béton armé

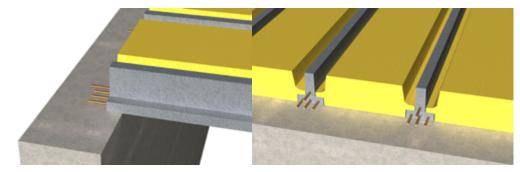
- d'entrevous qui peuvent être en béton, en terre cuite, en polystyrène expansé, en polypropylène, en bois ou encore en fibragglo: ils servent de coffrage lors du coulage en place de la dalle de compression supérieure;
- de la dalle de compression supérieure en béton coulé sur place : elle solidarise les poutrelles entre elles et constitue la dalle de plancher, support des revêtements mis en place ultérieurement.



▲ Figure 12 : Constitution d'un plancher à poutrelles

A l'heure actuelle, la mise en œuvre des planchers à poutrelles (Figure 12) ne fait pas l'objet d'un DTU. Les dispositions à prendre et prescriptions à suivre sont décrites dans les Avis Techniques de chaque procédé et dans le CPT "Planchers" Titre | [4] (le CPT n'étant par définition applicable qu'aux procédés de planchers faisant l'objet d'un Avis Technique spécifique).

Vis-à-vis de la liaison façade / plancher qui nous intéresse particulièrement ici, on notera que la mise en œuvre courante de ces planchers, sans rupteurs de ponts thermiques, nécessite la pose des poutrelles avec une largeur effective sur appui d'au moins 2 cm pour les appuis béton armé et 5 cm pour les appuis maçonnés (Figure 13). Selon le type d'entrevous, ceux-ci sont placés soit à l'avancement soit après la pose des poutrelles.



▲ Figure 13: Pose des poutrelles et des entrevous

### 4.1.1. • Description des rupteurs

Comme expliqué au paragraphe 3.2 et repris dans le [Tableau 2], les rupteurs de ponts thermiques adaptés à ce type de liaison sont tous conçus suivant le principe de la liaison discontinue mur/plancher.

Le rôle de ce type de rupteur peut être illustré en faisant le parallèle avec celui des entrevous de coffrage simple. En effet, les entrevous sont intégrés dans les planchers, ils font donc partie d'un élément porteur mais ne transmettent pas directement les efforts. Il en est de même pour les rupteurs porteurs à appuis discontinus des planchers à poutrelles. Ceux-ci font partie intégrante de la structure mais les blocs isolants qui constituent un élément du système complet permettant la rupture du pont thermique, jouent uniquement le rôle de coffrage. La compatibilité des procédés poutrelles et rupteur est examinée dans l'Avis Technique rupteur.

Il existe actuellement deux familles de procédés :

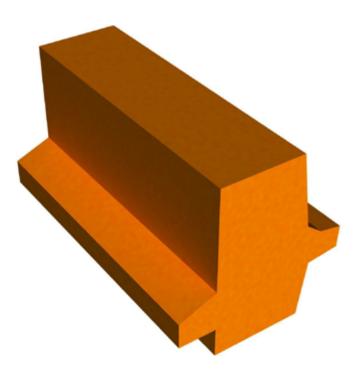
- famille de rupteurs « entrevous »
- famille de rupteurs « rehausse »

Afin de remplir le rôle de coffrage et de s'adapter à la constitution spécifique d'un plancher à poutrelles, il existe, pour chaque famille de procédés, deux types de rupteurs selon leur positionnement dans le plancher :

#### • famille de rupteurs "entrevous"

• Les rupteurs à mettre en place dans le sens longitudinal (Figure 14) :

Ils sont placés parallèlement aux poutrelles. En général, les éléments ont une longueur de 1,20 m. Leur largeur est voisine de 8 cm.



▲ Figure 14 : Exemple de rupteur longitudinal

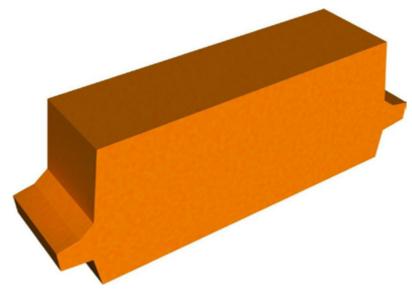
Ils sont connectés l'un à l'autre par emboîtement ou simplement juxtaposés. Dans ce dernier cas, une attention particulière devra être portée à la conservation de leur bon positionnement pendant le coulage.

Les rupteurs à mettre en place dans le sens transversal (Figure 15):

Ils sont placés perpendiculairement aux poutrelles, entre deux poutrelles. Leur position est similaire à celle d'un entrevous et pour cette raison, on retrouve le même type de géométrie, quelquefois sur toute l'épaisseur de plancher :

- largeur voisine de 55 cm ;
- profil d'appui sur les poutrelles.

Leur épaisseur courante est de 8 cm.



▲ Figure 15: Exemple de rupteur transversal

#### famille de rupteurs « rehausse »

les rupteurs à mettre dans le sens longitudinal (Figure 16) :

Ils sont placés parallèlement aux poutrelles sur les entrevous isolants mentionnés dans l'avis technique du procédé (généralement en polystyrène). Ces éléments ont une longueur proche de 0,5 m ou de 1 m (en fonction des procédés). Leur largeur est comprise entre 8 et 10 cm.

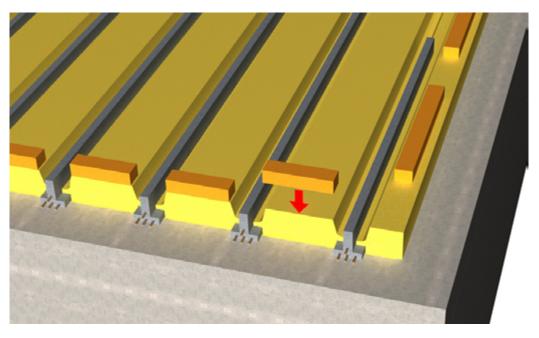
Ils sont solidarisés aux entrevous par emboitement ou avec une fixation rapportée afin de ne pas être déplacés lors du coulage de la dalle de compression.

Les rupteurs à mettre en place dans le sens transversal :

Ils sont placés perpendiculairement aux poutrelles sur les entrevous isolants (généralement en polystyrène). Ces éléments se posent sur les entrevous en polystyrène mentionnés dans l'avis technique du procédé, ils ont donc les dimensions correspondant à l'entrevous :

- Largeur voisine de 40 cm ;
- Epaisseur de 8 à 10 cm.





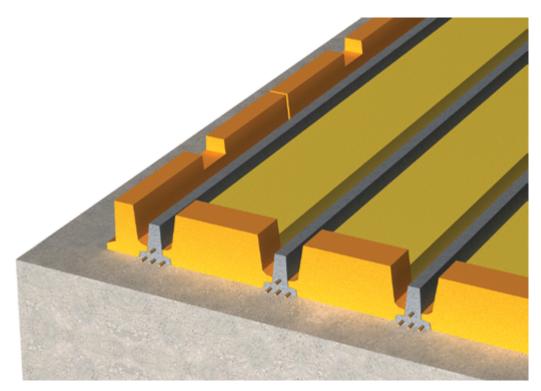
▲ Figure 16 : Réalisation à partir de rupteurs « rehausse »

Pour ces deux familles, les rupteurs peuvent être utilisés soit sur toute la hauteur de la dalle de compression soit partiellement. Des éléments complémentaires peuvent être disposés au-dessus des rupteurs, qu'ils soient transversaux ou longitudinaux. Une attention particulière doit être apportée à la bonne fixation de ces éléments sur les rupteurs proprement dits afin d'éviter tout ripage lors du coulage. Selon les procédés, cette fixation est réalisée par collage, ou par fixation mécanique, en usine ou sur chantier.

Un procédé est, en général, défini par un type de rupteur longitudinal et un type de rupteur transversal, qui peuvent être mis en œuvre en combinaison ou indépendamment l'un de l'autre.

Les configurations possibles sont :

- rupteurs longitudinaux seuls,
- rupteurs transversaux seuls,
- rupteurs longitudinaux et transversaux associés, c'est-à-dire appartenant au même procédé, pas de panachage possible (Figure 17).



▲ Figure 17 : Plancher à poutrelles équipés de rupteurs longitudinaux et transversaux

Les rupteurs qui existent actuellement sur le marché, se distinguent les uns des autres par leur forme adaptée aux différents procédés de planchers auxquels ils sont associés (de la même manière que les entrevous), ainsi qu'aux matériaux utilisés.

Ils peuvent être constitués de :

- polystyrène expansé;
- ou de laine de roche compressée;
- ou d'un assemblage polystyrène et support OSB.
- ou d'un assemblage polystyrène et polyuréthane.

Les éléments complémentaires peuvent également être fabriqués en divers matériaux :

- polystyrène expansé;
- ou fibragglo;
- ou polyuréthane.

Nota

Les rehausses en polyuréthane ou en fibragglo associées à des rupteurs en polystyrène assurent généralement une fonction d'isolation au feu.

### 4.1.2. • Description de la mise en œuvre

#### rappels

L'utilisation en toiture terrasse peut être admise dans les conditions définies dans l' Avis Technique du procédé.

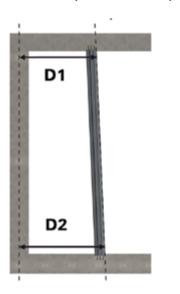
Par ailleurs, compte tenu des limitations liées à la sécurité incendie, il est rappelé qu'un affichage sur la trappe de visite des combles est obligatoire pour avertir d'un aménagement éventuel des combles perdus sur étage.

#### Famille de rupteurs "entrevous"

La mise en œuvre de rupteurs au sein d'un plancher impose des précautions particulières de pose à différentes étapes. Les dispositions spécifiques sont décrites ci-après.

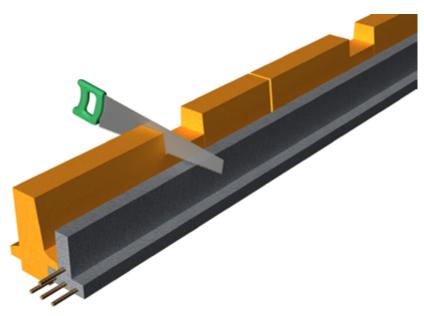
- Poser les poutrelles **de rive**: la largeur effective sur appui des poutrelles doit être au moins de 2 cm pour les appuis béton armé et de 5 cm pour les appuis maçonnés.
- Les rupteurs longitudinaux sont positionnés entre la poutrelle voisine du mur extérieur et le mur.

L'écart de parallélisme entre la poutrelle de rive et le mur doit rester inférieur à 1 cm sur la portée de la poutrelle (Figure 18).



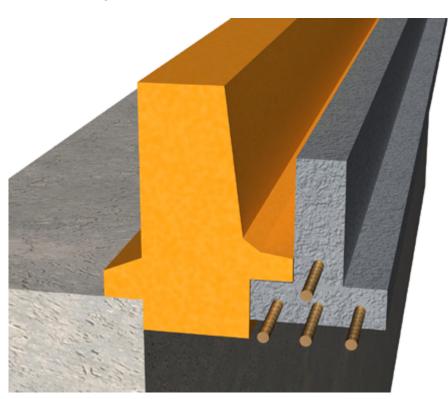
(D1 - D2) < 1 cm

▲ Figure 17 : Vérification de l'écart de parallélisme



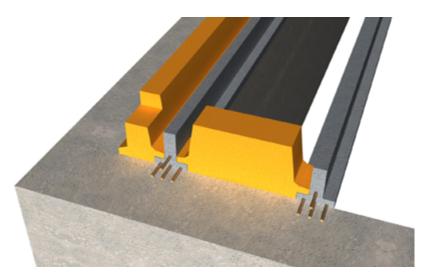
▲ Figure 19 : Découpe des encoches dans les rupteurs longitudinaux

• La poutrelle est ramenée jusqu'à blocage contre le mur : la base du rupteur arrivant sur la poutrelle et l'épaulement en partie basse du rupteur côté chaînage permettent le blocage sans empiéter sur le chaînage (Figure 20)



▲ Figure 20 : Blocage du système rupteur longitudinal / poutrelle contre le mur

• Mise en place des poutrelles intermédiaires et des rupteurs transversaux pour caler l'espacement des poutrelles (Figure 21) ; si les rupteurs transversaux ne sont présents que d'un côté de la travée, on mettra des entrevous sur le côté opposé aux rupteurs



▲ Figure 21 : Mise en place des poutrelles et des rupteurs transversaux

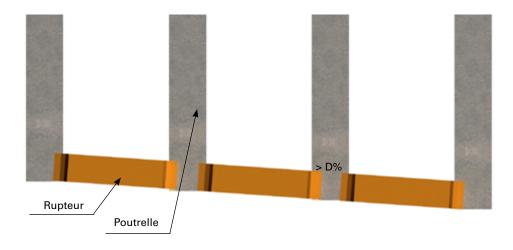
#### • Famille de rupteurs "rehausse"

La mise en œuvre de ce type de rupteur au sein d'un plancher impose des précautions particulières de pose à différentes étapes. Ces dispositions spécifiques sont décrites ci-après.

- Poser le plancher isolant poutrelle entrevous comme indiqué dans l'avis technique du plancher en question ou du CPT plancher titre l.
- Les rupteurs transversaux et longitudinaux sont fixés sur les entrevous soit par fixation mécanique rapportée, soit avec un système d'emboitement intégré à l'entrevous.
- Lors de la pose des rupteurs longitudinaux, il faut veiller à ce qu'une réservation sous forme d'encoche soit présente (minimum tous les 1,20 m) pour permettre la mise en place des liaisons aux chaînages.
- Le rupteur longitudinal est placé au-dessus de l'entrevous de manière à venir dans le prolongement du doublage vertical sans empiéter sur le chaînage.
- Lors de la pose des rupteurs transversaux, il faut veiller à ce que le rupteur n'empiète pas sur la dérogation couture du système poutrelle entrevous.

Selon le type d'entrevous, ceux-ci sont placés soit à l'avancement soit après la pose des poutrelles **et des rupteurs**.

L'écart de perpendicularité des poutrelles dans les planchers comportant des rupteurs, par rapport au mur, est définie dans chaque Avis Technique de procédés. Elle est exprimée en % de déviation sur la perpendiculaire à l'axe des poutrelles (Figure 22).



▲ Figure 22 : Vérification de la déviation admise des rupteurs transversaux

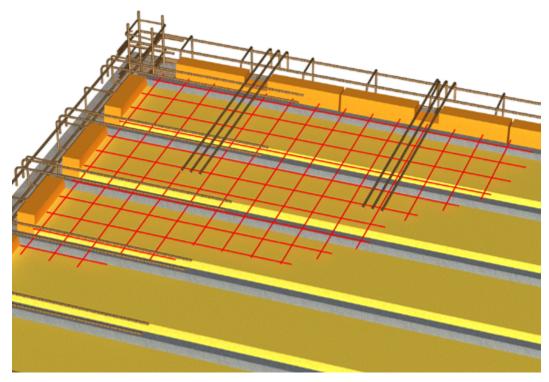
 Mettre en place les armatures de chaînage en rive de dalle ainsi que les armatures de la dalle de compression



La mise en œuvre de ces armatures doit se faire de manière à conserver l'intégrité du rupteur.

• Mettre en place les armatures de liaison du plancher au chaînage au droit des encoches (Figure 23).

Étant donné leur rôle primordial dans la transmission des charges du plancher au mur, la mise en place de ces armatures doit être réalisée avec soin en respectant notamment les indications données par le fabricant (sur le plan de pose ou le guide de pose) en termes de positionnement et d'enrobage.

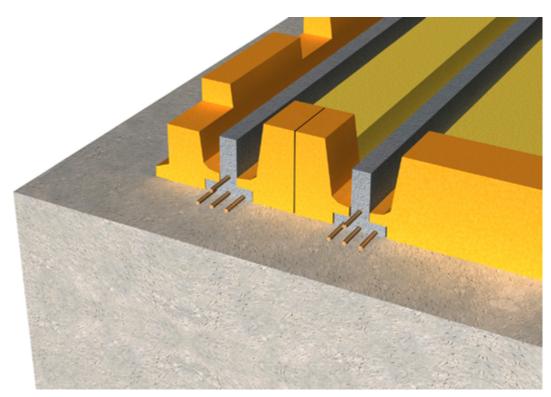


▲ Figure 23 : Mise en place des armatures de liaison du plancher au chaînage

Les recouvrements du ferraillage du chaînage et des liaisons au niveau des angles sont également des points à soigner particulièrement.

 Couler la dalle de compression en soignant particulièrement la vibration côté chaînage et au niveau des liaisons ponctuelles entre blocs isolants.

Dans la plupart des cas, les dimensions transversales du plancher ne correspondent pas à un nombre entier de largeur d'entraxe de montage. Différentes solutions existent, en fonction de l'importance de l'écart des dimensions à reprendre. L'une d'entre elles est la réalisation de « faux-entraxe ». Dans le cas de planchers équipés de rupteurs de la famille « entrevous », le faux-entraxe ne doit pas se faire en rive, comme cela est possible en l'absence de rupteurs. Le rupteur longitudinal ne doit pas être découpé dans la largeur de l'élément. Le faux entraxe peut être obtenu par découpe du rupteur transversal, soit en découpant la partie centrale soit en le découpant latéralement en veillant à conserver la forme originelle du clavetage. (Figure 24)



▲ Figure 23 : Réalisation de « faux-entraxe »

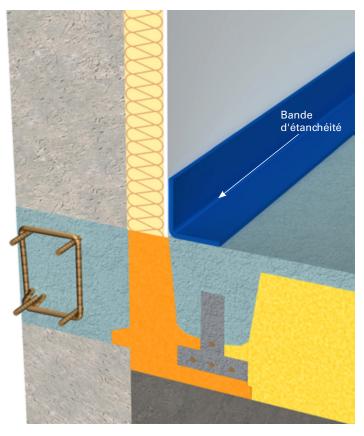


Depuis leur livraison sur chantier jusqu'à leur pose définitive, la mise en œuvre des rupteurs doit être réalisée de manière à conserver leur intégrité.

## 4.1.3. • Impacts sur les autres corps de métier

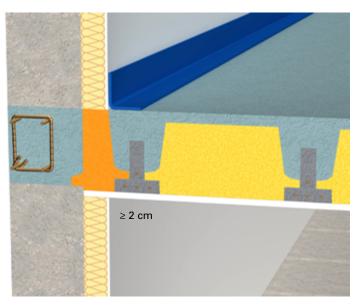
#### Réalisation des doublages et des plafonds

Une bande d'étanchéité type joint souple doit être mise en œuvre entre le doublage et le plancher brut, conformément au DTU 25-42, afin de garantir l'étanchéité d'étage à étage (Figure 25).



▲ Figure 25 : Bande d'étanchéité entre le doublage et le plancher

Dans le cas de plafond réalisé en enduit au plâtre, il est nécessaire de poser préalablement à l'enduit un grillage en rive de plancher. Ce grillage doit être conforme à la norme NF P 71-202 et doit recouvrir les rupteurs et déborder de 20 cm au moins.



▲ Figure 26 : Cas de plafond réalisé en enduit au plâtre

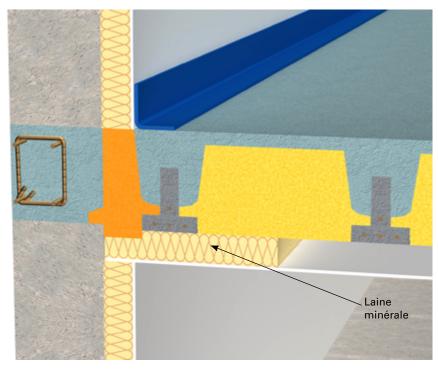
L'épaisseur d'enduit doit être au moins de 2 cm au droit des rupteurs (Figure 26). Pour certains types, la base des rupteurs doit être découpée pour permettre d'obtenir cette épaisseur.

Dans le cas de plafond rapporté, une attention particulière doit être portée à la réalisation des calfeutrements, car ce sont les éléments principaux pour permettre l'étanchéité au feu d'étage à étage, lorsque les rupteurs ne font pas eux-mêmes l'objet d'un classement de protection aux flammes et aux gaz chauds suffisant (EI).

Pour assurer cette étanchéité aux gaz, les rupteurs ne doivent pas être en continuité avec les doublages en polystyrène ou directement exposés à l'ambiance du plénum. Les dispositifs avec écran protecteur par laine minérale ou plâtre permettent de répondre à cette exigence.

Ainsi dans le cas de pose du plafond avant doublage, une bande de laine minérale de 60 cm de largeur doit être posée en bordure du mur extérieur (Figure 27). Cette bande doit assurer le calfeutrement de la zone de bordure et doit donc venir :

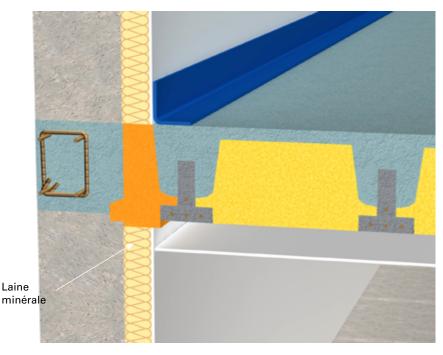
- Au contact et en recouvrement de la poutrelle bordant le rupteur longitudinal;
- Au contact de la partie inférieure des entrevous, au droit du rupteur transversal.



▲ Figure 27 : Cas de la pose du plafond avant le doublage lorsque le rupteur ne dispose pas d'un classement au feu suffisant

Dans le cas de la pose du doublage avant le plafond, la partie du rupteur en débordement du doublage doit être calfeutrée. Pour les planchers intermédiaires cette solution est envisageable dans le cas de doublages en laine minérale (Figure 28) ou dans le cas de doublage en plastique alvéolaire à condition de recouvrir, avant pose du doublage, la totalité de la sous-face du rupteur avec une bande de plaque de plâtre, collée avec un mortier adhésif.

Certains procédés permettent de réaliser d'autres dispositions. Se référer à l'Avis Technique particulier.



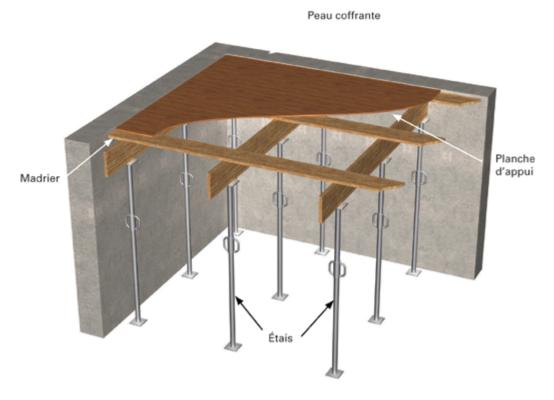
▲ Figure 28 : Cas de la pose du doublage avant le plafond lorsque le rupteur ne dispose pas d'un classement au feu suffisant

# 4.2. • Liaison façade – planchers à dalles pleines coulées en œuvre

Comme pour la liaison façade – planchers à poutrelles vue précédemment, le pont thermique linéique à ce niveau existe uniquement dans l'hypothèse d'une **isolation thermique par l'intérieur (ITI)**.

Les planchers à dalles pleines coulées en œuvre sont des planchers traditionnels en béton armé coulés sur un coffrage mis en place sur chantier[3].

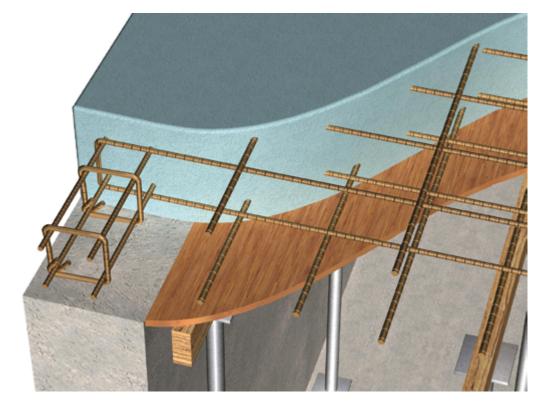
Le coffrage (Figure 29) est disposé sur des étais et comprend des éléments coffrants (bois ou contreplaqué, ou encore métal) et des éléments rigidificateurs (madriers et planchers d'appuis).



▲ Figure 29 : Représentation schématique du coffrage et de l'étaiement d'un plancher à dalle pleine

Dans les zones courantes (zones éloignées des éléments porteurs tels que les murs, les poteaux ou les poutres), les armatures sont placées dans la partie inférieure de la dalle coulée en place et se prolongent jusqu'aux appuis. Dans les zones d'appuis (zones voisines des éléments porteurs), les armatures sont disposées en partie supérieure et sont généralement appelées « chapeaux ».

Les planchers à dalles pleines coulées en œuvre (Figure 30) sont visés par le DTU 21 qui concerne l'exécution des ouvrages en béton de façon générale mais la mise en œuvre de ces planchers ne fait pas l'objet d'une description spécifique.



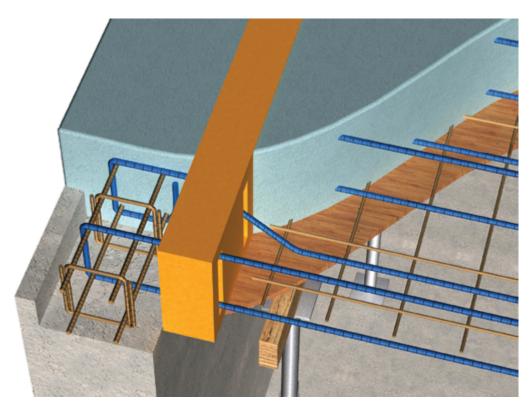
▲ Figure 30 : Constitution d'un plancher à dalle coulée en place

# 4.2.1. • Description des rupteurs

Les liaisons façade / planchers dalles pleines coulées en place sont équipées des rupteurs porteurs avec appuis continus ou filants.

La constitution des rupteurs porteurs à appuis continus ou filants a été décrite de façon générale au [paragraphe 3.2] et la (Figure 31) qui présente un exemple de rupteurs à appuis continus inséré dans une liaison façade / dalle pleine coulée en place.





▲ Figure 31 : Plancher dalle pleine équipé d'un rupteur à appuis continus

Les rupteurs permettant de réaliser une liaison continue sont conçus « prêts à poser » par les fabricants : pour ces produits, ni façonnage ni incorporation d'armatures complémentaires n'est à effectuer sur chantier, ce qui a pour avantage de limiter les erreurs d'exécution. Toutefois, les armatures longitudinales constitutives du chaînage sont à disposer après pose des rupteurs.

La longueur de ces éléments est standard, ils peuvent donc être découpés pour être mis à la longueur voulue. Ils sont maintenus les uns aux autres par emboîtement simple des éléments selon un système tenon-mortaise.

#### 4.2.2. • Conditions de réception des produits

Les conditions sont précisées au chapitre 3.3.1.

#### 4.2.3. • Conditions de mise en œuvre

Rappel

L'utilisation en zone sismique de ces rupteurs est limitée au domaine d'emploi décrit dans chaque Avis Technique. Il convient de s'y référer strictement.

La mise en œuvre de rupteurs dans un plancher impacte la chronologie de pose à différentes étapes. Celles-ci sont illustrées ci-dessous pour les cas de rupteurs porteurs à appuis continus. • Positionner les rupteurs sur le coffrage du plancher contre le mur de façade, de façon à ce que les rupteurs soient dans la continuité du futur doublage intérieur (Figure 32).



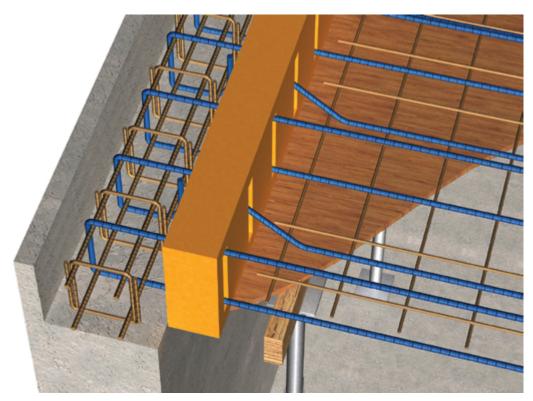
Vérifier que la désignation du rupteur et le sens de pose correspondent bien aux indications données sur le plan de pose.



▲ Figure 32 : Pose des rupteurs à appuis continus

 Mettre en place les armatures de chaînage en rive de dalle puis les armatures en partie courante. Les aciers de chaînage en filant sont glissés et ligaturés dans la boucle du rupteur (Figure 33).





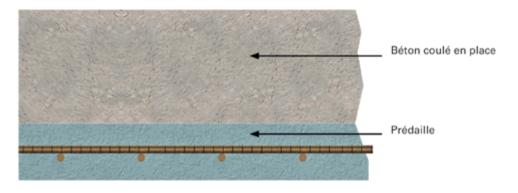
▲ Figure 33 : Mise en place des armatures

 Couler la dalle de plancher en évitant les accumulations de charge (pas de vidange de la benne en un point) et en soignant particulièrement la vibration côté chaînage.

# 4.3. • Liaison façade – planchers à prédalles

Comme pour les liaisons façade – planchers présentées précédemment, le pont thermique linéique à ce niveau existe uniquement dans l'hypothèse d'une **isolation thermique par l'intérieur (ITI)**.

Les planchers à prédalles sont peu utilisés dans les chantiers de maisons individuelles en raison notamment de leur poids et donc de l'utilisation d'une grue que leur mise en œuvre impose <sup>2</sup>.

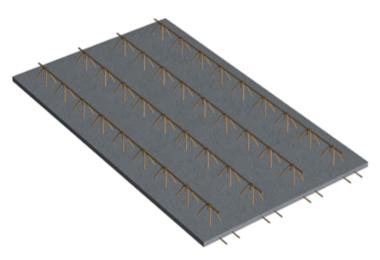


▲ Figure 34 : Coupe d'un plancher à prédalles

#### Ces planchers sont constitués (Figure 34):

De prédalles préfabriquées en béton précontraint ou en béton armé : leur rôle est double, elles comportent les **armatures longitudinales** de flexion et servent de **coffrage** lors du coulage en place de la dalle de compression supérieure.

Les prédalles en béton armé peuvent être armées par une nappe de treillis soudé ou reconstitué munies ou non de raidisseurs métalliques à treillis (Figure 35).

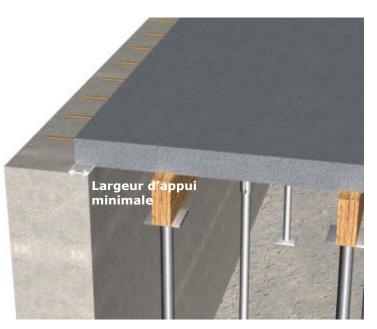


▲ Figure 35 : Prédalles en béton armé à raidisseurs à treillis

La dalle de compression comprend les armatures supérieures et de chaînages, et constitue le support des revêtements.

A l'heure actuelle, le DTU de mise en œuvre des planchers à prédalles est en cours de rédaction. En attendant sa publication (prévue pour fin 2013), les dispositions à prendre et prescriptions à suivre sont décrites dans les Avis Techniques de chaque procédé. Les étapes principales de leur mise en œuvre sont rappelées ci-dessous.

Vis-à-vis de la liaison façade/plancher qui nous intéresse particulièrement ici, on notera que la mise en œuvre courante de ces planchers, sans rupteurs de ponts thermiques, nécessite la pose des prédalles avec une largeur effective sur appui minimale conforme aux prescriptions de l'Avis Technique du procédé utilisé (en attendant la publication du DTU et de ses prescriptions) (Figure 36).



▲ Figure 36 : Mise en place des prédalles

#### 4.3.1. • Description des rupteurs

On trouve deux types de rupteurs :

- Les rupteurs porteurs à appuis continus ou filants : **liaison mur- plancher continue** ;
- Les rupteurs porteurs à appuis discontinus ou ponctuels : **liaison** mur-plancher discontinue.

L'utilisation de rupteurs associés avec des prédalles nécessite l'utilisation de produits particuliers développés à cet usage.

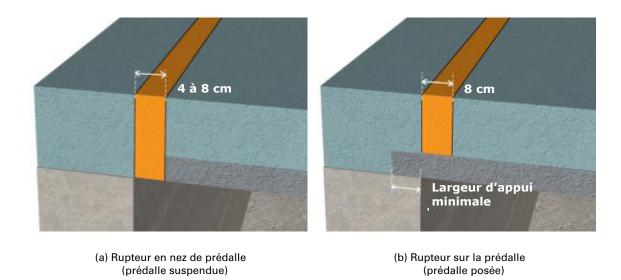
Nota

Certains procédés de rupteurs développés pour les dalles coulées en œuvre peuvent également être utilisés dans les planchers à prédalles, à condition d'utiliser des produits spécifiques.

Différentes positions du rupteur par rapport à la prédalle peuvent être envisagées (Figure 37) :

- (a) Rupteur en nez de prédalle : dans ce cas on retrouve le cas du rupteur thermique toute hauteur ; la constitution du plancher en situation définitive est similaire à celle du plancher coulé en œuvre.
- (b) Rupteur sur la prédalle : ce cas est plus proche du plancher coulé en œuvre au niveau des étapes de mise en œuvre (les prédalles jouant le rôle du coffrage) mais la constitution en phase définitive est différente. Dans ce cas, le rupteur de pont thermique interrompt la seule dalle de compression.





▲ Figure 37 : Différentes configurations de rupteurs dans les planchers à prédalles

La famille des procédés de rupteurs porteurs à appuis discontinus adaptés aux planchers à prédalles, comprend également une variante qui consiste à intégrer les supports de rupteurs dans les prédalles, en usine de préfabrication.

En effet, dans cette configuration, des boîtes en polymère sont intégrées dans la prédalle en béton armé munie de raidisseurs : la position en altitude de ces boîtes est assurée par des pieds de profondeur incorporés, et dans le plan par des butées latérales. Une liaison est assurée entre chaque boîte par butée afin de s'assurer de la largeur des liaisons ponctuelles et c'est sur chantier que l'isolant en laine de roche est installé dans la boîte.

Aucune armature ne traverse les éléments isolants et entre chaque élément isolant, une liaison ponctuelle armée est prévue. La totalité des armatures de liaison, appelé panier, est intégrée dans la prédalle en usine. Une fois l'isolant mis en place dans le caisson de la prédalle on retrouve bien la configuration de liaison discontinue.

#### 4.3.2. • Conditions de mise en œuvre

Rappel

L'utilisation en zone sismique de ces rupteurs doit être conforme au domaine d'emploi décrit dans chaque Avis Technique. Il convient de s'y référer strictement.

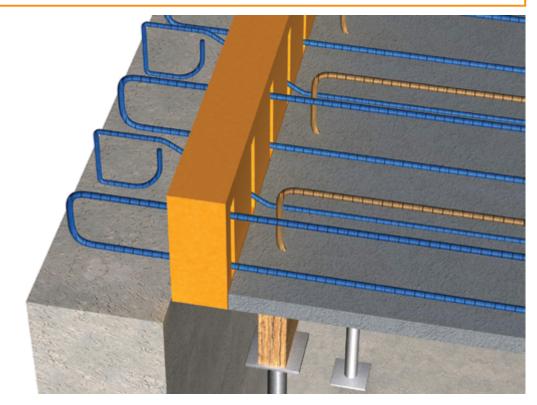
La mise en œuvre de rupteurs dans un plancher impacte la chronologie de pose à différentes étapes. Celles-ci sont illustrées ci-dessous pour le cas des rupteurs porteurs à appuis continus puis celui des rupteurs porteurs à appuis discontinus.

#### Rupteurs porteurs à appuis continus ou filant

Après la mise en place des prédalles sur le système d'étaiement,
 positionner les rupteurs à l'aplomb de la face intérieure de la

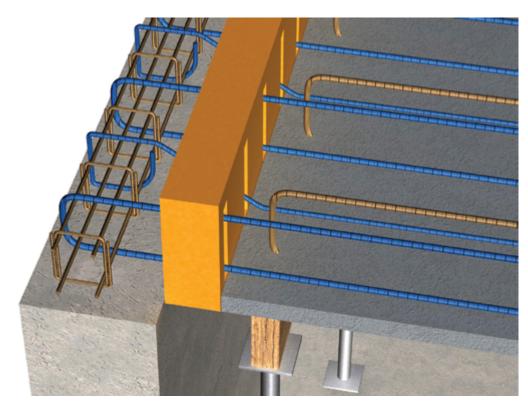
# façade, de façon à ce que les rupteurs soient dans la continuité du futur doublage intérieur (Figure 38).

Vérifier que la désignation du rupteur et le sens de pose correspondent bien aux indications données sur le plan de pose.



▲ Figure 38 : Pose des rupteurs à appuis continus

 Mettre en place les armatures de chaînage en rive de dalle ainsi que les armatures éventuelles en partie courante. Les aciers de chaînage en filant sont glissés et ligaturés dans la boucle du rupteur.



▲ Figure 39 : Pose du chaînage

 Couler la dalle de compression en évitant les accumulations de charge (pas de vidange de la benne en un point) et en soignant particulièrement la vibration côté chaînage.

Rupteurs porteurs à appuis discontinus ou ponctuels

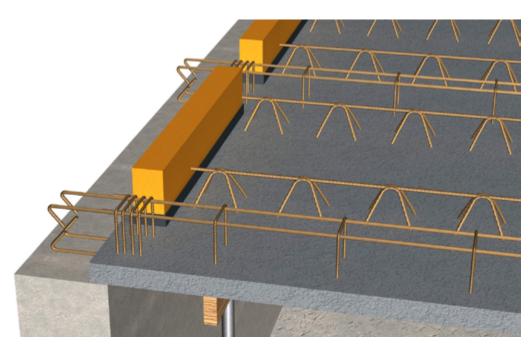
(avec caisson intégré à la préfabrication)

• Le positionnement des prédalles doit être réalisé avec soin car il détermine la position de l'isolant.



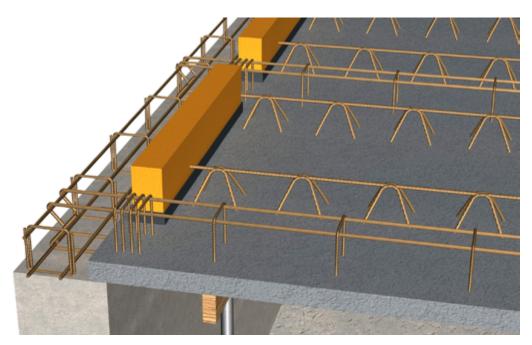
Dans le cas où la distance entre appuis des prédalles est hors tolérance, des dispositions particulières sont à prendre. Il convient de consulter le titulaire de l'Avis Technique afin de définir précisément les mesures à prendre dans ce cas.





▲ Figure 40 : Pose de la prédalle puis insertion des blocs isolants

- Insérer les blocs de laine de roche, livrés avec les prédalles, dans les caissons. La partie isolante du rupteur ne peut pas empiéter en épaisseur effective de plus de 0,5 cm dans la paroi, dans le cas de maçonnerie et du 1/15e de l'épaisseur de la paroi dans le cas de béton. Ces exigences de pénétration doivent figurer sur le plan de préconisation de pose. L'inclinaison du mur par rapport au sens de portée des prédalles est limitée à 20°.
- Mettre en place les armatures de chaînage en rive de dalle ainsi que les armatures éventuelles en partie courante. Étant donné leur rôle primordial dans la transmission des charges du plancher au mur, la mise en place de ces armatures doit être réalisée avec soin.



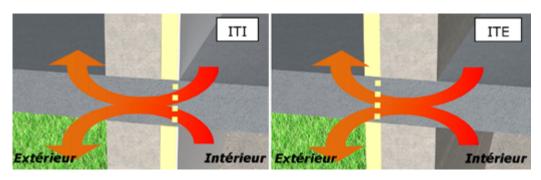
▲ Figure 41 : Pose des armatures

 Couler la dalle de compression en évitant les accumulations de charge (pas de vidange de la benne en un point) et en soignant particulièrement la vibration côté chaînage et au niveau des liaisons ponctuelles entre blocs isolants.

# 4.4. • Liaison façade – balcon

Dans le cas des balcons, on peut considérer qu'il existe deux configurations :

- La première est celle de l'isolation thermique par l'intérieur (ITI) : comme vu précédemment, cette situation a un pont thermique au niveau de la liaison façade plancher et les rupteurs présentés dans les trois parties précédentes permettent de limiter les déperditions d'énergie à ce niveau. Si un balcon se trouve en vis-à-vis du plancher, les efforts à reprendre au niveau de la liaison sont différents et le rupteur doit être équipé d'armatures adaptées à ce mode de fonctionnement mécanique ;
- La seconde est celle de l'isolation thermique par l'extérieur (ITE): l'intérêt de cette solution est d'éviter la création de ponts thermiques au niveau des liaisons façades planchers. Cependant lorsqu'un balcon doit être porté par la façade, l'isolation extérieure est interrompue au niveau de la liaison balcon-façade et a pour conséquence un pont thermique, sauf à intégrer un rupteur de pont thermique adapté.



▲ Figure 42 : Deux configurations de rupteurs thermiques au niveau des balcons suivant le principe d'isolation : par l'intérieur (ITI), par l'extérieur (ITE)

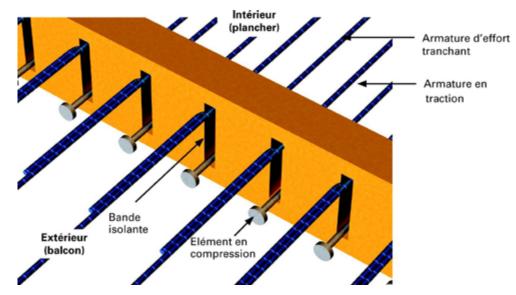
#### 4.4.1. • Description des rupteurs

La liaison façade/balcon peut être réalisée indifféremment avec des rupteurs de liaison continue ou discontinue. La suite du texte traite spécifiquement du cas de liaison continue. Pour les rupteurs de type liaison discontinue, il convient de se référer aux Avis Techniques concernés.

Suivant le principe d'isolation, le rupteur est placé dans la continuité de l'isolation thermique par l'intérieur ou dans celle de l'isolation thermique par l'extérieur. Dans chacun de ces deux cas, les efforts à reprendre et donc les armatures ne sont pas les mêmes. Le dimensionnement doit être adapté à chaque cas.

Les rupteurs sont constitués comme décrit de façon générale au paragraphe 3.2, avec les spécificités suivantes (Figure 43) :

- Les armatures supérieures destinées à reprendre les efforts de traction dus au moment de flexion sont prolongées côté balcon;
- Les éléments inférieurs qui reprennent les efforts de compression se retrouvent des deux côtés, côté plancher et côté balcon.



▲ Figure 43: Exemple d'un rupteur de balcon

#### 4.4.2. • Conditions de mise en œuvre

Rappel

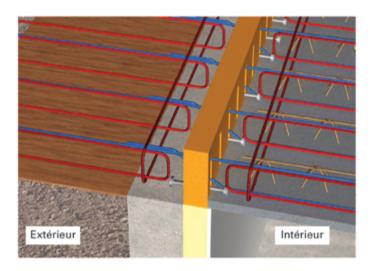
L'utilisation en zone sismique de ces rupteurs est limitée au domaine d'emploi décrit dans chaque Avis Technique. Il convient de s'y référer notamment pour ce qui concerne les balcons.

La chronologie de pose se fait de façon identique à celle des rupteurs de liaison mur-plancher.

Cependant du fait de leur constitution (Figure 43), avec des armatures de part et d'autre de la bande isolante, le risque de les poser dans le mauvais sens est plus important. Il est donc d'autant plus important de vérifier que le sens de pose correspond bien aux indications données sur le plan de pose, une mise en place erronée des rupteurs pouvant entraîner de lourdes conséquences sur la stabilité de l'ouvrage.

Par ailleurs, une attention particulière doit être portée au ferraillage des abouts et rives de balcons.

- Au niveau des appuis, des armatures pliées ou des cadres (ouverts) doivent être convenablement prévus, dimensionnés et ancrés pour assurer la suspension de la totalité de l'effort tranchant sollicitant.
- Des armatures convenablement dimensionnées pliées et placées doivent équilibrer les poussées au vide du béton dues aux efforts ponctuels de compression exercées par les butons adjacents aux bords des dalles en porte à faux (rives libres ou vers les joints de dilatation).



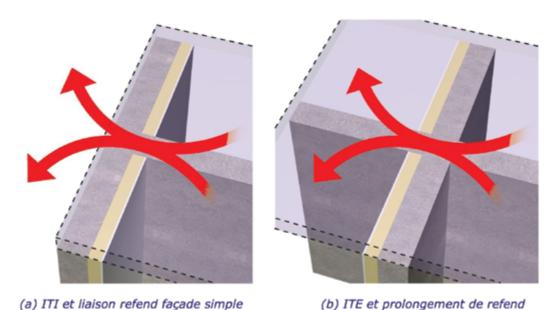
▲ Figure 44 : Ferraillage des bords latéraux d'une dalle de balcon

#### 4.4.3. • Impacts sur les autres corps de métier

Aux conséquences déjà décrites précédemment au [paragraphe 3.5] s'ajoute, dans le cas d'une ITI ou d'une ITE, l'interaction avec la réalisation des menuiseries et la conception de son étanchéité. Pour la description des configurations permettant de satisfaire aux exigences de la **réglementation accessibilité**, on se reportera utilement aux dispositions décrites dans les Carnets de détails[6]).

# 4.5. • Liaisons façade – refend

La liaison mur de refend – mur de façade est sujette aux déperditions thermiques dans le cas de **l'isolation thermique par l'intérieur (ITI)** (Figure 45 (a)). Dans une configuration de type **isolation thermique par l'extérieur (ITE)**, un pont thermique peut également exister à ce niveau lorsque le refend est prolongé vers l'extérieur (séparation de balcon ou de terrasse par exemple) (Figure 45 (b)).

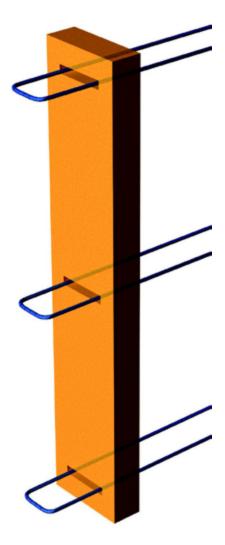


▲ Figure 45 : Déperditions thermiques au niveau des liaisons refend façade

#### 4.5.1. • Description des rupteurs

Dans le cas de la liaison avec le refend côté intérieur, les rupteurs faisant l'objet d'une évaluation à ce jour ne servent qu'au maintien des murs et n'ont pas d'efforts notables à transmettre. Constitués classiquement d'isolant en laine de roche ou en polystyrène expansé associé à des plaques coupe-feu, traversé par des armatures de liaison en forme de U (Figure 46), ils sont à classer dans la famille des rupteurs à appuis continus, même si ce ne sont pas à proprement parler des appuis, mais de simples liaisons.

Dans le cas de la liaison côté extérieur avec un prolongement de refend, les armatures mises en place peuvent permettre la transmission d'efforts tranchants et de moments de flexion. Ces rupteurs font donc partie de la famille des **rupteurs porteurs avec appuis continus ou filants**.

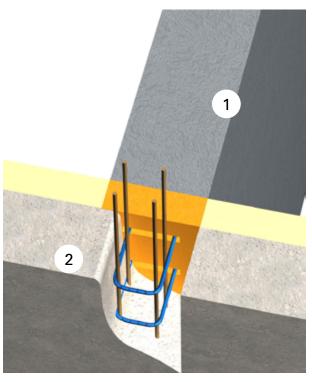


▲ Figure 46 : Exemple de rupteur pour liaison refend – façade simple (ITI)

# 4.5.2. • Conditions de mise en œuvre

Pour une liaison refend / façade simple, en Té, les rupteurs sont intégrés dans le mur de refend qui doit être coulé **avant** le mur de façade.

S'il s'agit d'une liaison avec prolongement de refend, les rupteurs sont intégrés dans la banche et la mise en œuvre se fait suivant le même phasage.



▲ Figure 47 : Mise en œuvre des rupteurs de liaison refend/façade : le refend est coulé avant la façade parpaings

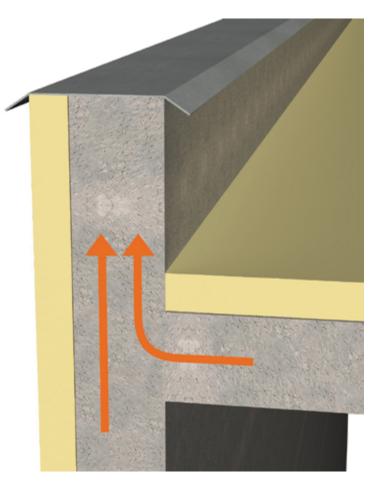
Nota

Lorsque la façade est réalisée en béton, l'incorporation de ces rupteurs n'est pas possible car la façade doit être réalisée en première phase.

# 4.6. • Liaison façade acrotère ou garde-corps

En configuration d'isolation thermique par l'intérieur (ITI), la liaison acrotère – façade – plancher est une zone de pont thermique. Toutefois, cette zone étant similaire à celle de la liaison de la façade à un plancher courant, elle peut être traitée suivant les [paragraphes 4.1 – 4.2 – 4.3].

Par ailleurs, dans le cas de l'isolation thermique par l'extérieur (ITE), la liaison de l'acrotère à la façade peut également être sujette aux déperditions thermiques si celle-ci ne contourne pas entièrement l'acrotère. Dans ce cas, la présence de l'acrotère interrompt l'isolation extérieure et la liaison acrotère – toiture terrasse devient alors une zone dans laquelle les déperditions thermiques sont privilégiées (Figure 48). C'est ce cas qui est traité dans ce paragraphe.



▲ Figure 48 : Pont thermique au niveau de la liaison acrotère – toiture terrasse

# 4.6.1. • Description des rupteurs

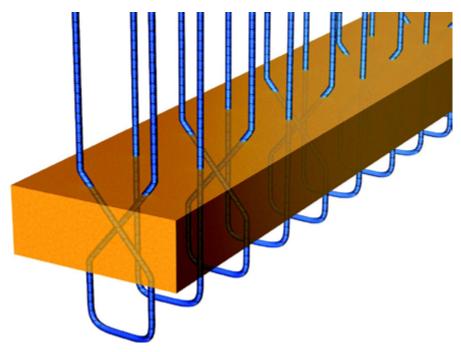
Les rupteurs thermiques adaptés aux liaisons acrotère – toiture terrasse sont des rupteurs conçus suivant un principe de **liaison continue**, comme présenté pour les rupteurs porteurs à appuis continus ou filants. Ils se différencient des rupteurs décrits précédemment pour les liaisons façade/plancher, par :

- Leur positionnement vertical (armatures dans la direction de l'acrotère);
- Leur réseau d'armatures symétriques par rapport au plan de l'acrotère (efforts horizontaux et moments à équilibrer dans les deux sens).

Les rupteurs d'acrotères sont ainsi composés des éléments suivants (Figure 49) :

 Une bande isolante, pour limiter le pont thermique proprement dit. Cette bande peut être soit en polystyrène expansé, soit en laine minérale. Son épaisseur est comprise entre 4 et 8 cm suivant les modèles. Elle peut être munie en parties latérales de plaques coupe-feu;

- Des armatures en U en acier inox, soit sur toute leur longueur soit partiellement sur l'épaisseur d'isolant et sur une longueur minimale de part et d'autre de l'isolant pour reprendre les efforts dus aux moments de flexion;
- Des armatures permettant de reprendre l'effort tranchant dans les deux sens, elles se présentent en général sous la forme d'armatures à 45° doubles et symétriques.



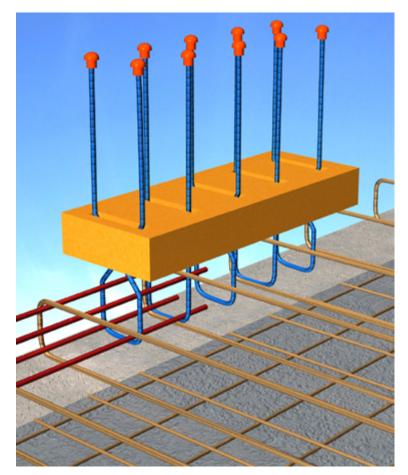
▲ Figure 49 : Exemple de rupteur d'acrotère

# 4.6.2. • Conditions de mise en œuvre

La Figure 50 ci-avant ne montre pas la totalité de la longueur des armatures. A la pose, des bouchons de protection sont disposées aux extrémités (Figure 50), lorsque les armatures ne sont pas déjà crossées.

Il est à noter que des armatures complémentaires doivent être mises en place dans la dalle de toiture pour que le moment de flexion soit correctement retourné dans la structure.

Les rupteurs d'acrotère ainsi que les armatures de liaison sont positionnés avant coulage de la dalle de toiture, en même temps que les armatures courantes de celles-ci. La mise en place des armatures complémentaires de l'acrotère et son coulage a lieu dans un second temps.



▲ Figure 50 : Mise en place des rupteurs d'acrotère dans la dalle de couverture

# **Conclusion**







En France, l'isolation thermique par l'intérieur est utilisée dans la majorité des cas en bâtiment. Ceci explique que les rupteurs thermiques utilisés visent principalement les liaisons entre les murs de façade et les planchers.

Comme présenté dans ce document, les solutions de rupteurs thermiques sont diverses, mais l'intégration de ces éléments dans la mise en œuvre traditionnelle nécessite dans tous les cas une attention particulière et un niveau de précision parfois élevé, tant au niveau du gros œuvre lors de leur insertion proprement dite dans l'ouvrage, qu'au niveau de l'intervention des autres corps de métiers.

Ce guide a pour objet d'informer les différents acteurs et d'illustrer les bonnes pratiques de mise en œuvre des rupteurs de ponts thermiques, qui demandent dans certains cas d'adapter les dispositions de mise en œuvre traditionnelles.

#### L'accent est mis sur :

- la nécessité d'identifier les étapes de la construction pendant lesquelles des précautions spécifiques aux techniques visées devront être prises,
- l'obligation d'adapter les pratiques actuellement en œuvre sur les chantiers (le savoir-faire habituel de la construction des bâtiments).

A ce titre, les illustrations et commentaires se sont attachés à être aussi explicites que possible eu égard aux techniques qui prévalent actuellement sur les chantiers de construction.

Par ailleurs, il est nécessaire de rappeler que ce document a pour objectif de venir en support des Avis Techniques portant sur les procédés de rupteurs thermiques, mais ne se substitue en aucun cas à ces documents. En effet, tous les principes de dimensionnement permettant de justifier la tenue des liaisons à rupteurs (tenue mécanique, au

feu, vis-à-vis de l'isolation acoustique, etc.) sont décrits dans ces Avis Techniques et il est nécessaire de s'y référer au cas par cas.

S'agissant d'une technique relativement récente, elle est encore en évolution. D'autres variantes apparaîtront sans doute dans un futur proche, et des mises à jour de ce guide seront alors à envisager.

# Références





- [1] TAILLEFER N. « Analyse de la compatibilité des réglementations et description de solutions » rapport CSTB 39 pages 2011
- [2] FARKH S. « Les ponts thermiques dans le bâtiment » Guide pratique CSTB 68 Pages 2006
- [3] CHENAF M. « Les planchers » *Guide pratique CSTB 80 pages* 2010
- [4] Cahier des prescriptions communes aux procédés de planchers – Titre 1 : Planchers nervurés à poutrelles préfabriquées associées à du béton coulé en oeuvre ou associées à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en oeuvre – Section A : Conception et calcul – Cahiers du CSTB n°2920 – 98 pages – novembre 1996
- [5] Avis Techniques publiés sur les procédés de rupteurs de ponts thermiques, à la date de rédaction du présent document (février 2012)
- [6] « Les carnets de détails pour l'accessibilité des balcons, des loggias et des terrasses dans les constructions neuves » – DHUP, CSTB – 45 pages – 2010

#### PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME);
- Association des industries de produits de construction (AIMCC);
- Agence qualité construction (AQC);
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB);
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction);
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB);
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA);
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV);
- GDF SUEZ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA);
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC);
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.























Le programme d'accompagnement des professionnels "Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012", a comme principal objectif de fournir aux acteurs de la construction des outils opérationnels adaptés aux exigences issues du Grenelle de l'Environnement.

En concertation avec les divers acteurs de la filière du bâtiment, ce programme a identifié les **rupteurs de ponts thermiques sous Avis Techniques** comme devant faire l'objet d'une attention particulière, notamment dans les phases de mise en œuvre, en raison de la nouveauté de ce type de procédés, développés en vue d'améliorer l'isolation thermique des bâtiments. En effet, à l'heure actuelle, du fait d'un retour d'expérience faible, comparé à celui sur lequel s'appuient les techniques traditionnelles, peu de références existent pour ce qui concerne les préconisations de conception et d'exécution de ces systèmes.

Du fait de leur positionnement au niveau des liaisons entre éléments de structure, les rupteurs de ponts thermiques, dont le développement vise l'amélioration d'une performance (l'isolation thermique), sont susceptibles de modifier, en les détériorant, d'autres performances du bâtiment (stabilité structurale, isolation acoustique, stabilité au feu, ...).

Le présent guide se propose de faire le point sur les différents impacts connus et analysés, en mettant en évidence les principes de mise en œuvre devant être respectés pour préserver les performances requises.

Le guide commence par présenter de manière pédagogique les exigences réglementaires pouvant être impactées par la présence de rupteurs de ponts thermiques. Ensuite, sont fournies les étapes de mise en œuvre, détaillées, avec de nombreuses illustrations et sans intrusion de points relatifs à la conception des liaisons munies de ces systèmes. Les recommandations figurant dans le présent document étant basées sur les systèmes faisant l'objet d'un Avis Technique, elles incluent une typologie des différents procédés existants afin d'offrir au lecteur une vision claire des options existantes évaluées.

L'objectif de ce guide est d'informer les acteurs de la construction des enjeux d'une bonne mise en œuvre des rupteurs de ponts thermiques et de leur en fournir les principales clés, tant au niveau du respect des règles de l'art en ce qui concerne leur pose qu'au niveau de l'interface avec les autres corps de métier.



ROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

«Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012»